



TITLE:

Studies on the Noninteracting Control of Multivariable Systems(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

Iwai, Zenta

CITATION:

Iwai, Zenta. Studies on the Noninteracting Control of Multivariable Systems. 京都大学, 1970, 工学博士

ISSUE DATE:

1970-09-24

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/213476>

RIGHT:

【182】

氏 名	岩 井 善 太
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 374 号
学位授与の日付	昭 和 45 年 9 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	Studies on the Noninteracting Control of Multivariable Systems (多変数系の無干渉制御の研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 得 丸 英 勝 教 授 榎 木 義 一 教 授 大 矢 勇 次 郎

論 文 内 容 の 要 旨

実在する制御対象には化学プロセス、サーボ系のいずれを問わず、操作、出力ともに複数個存在する系は多い。このような系を一般に多変数系と呼ぶ。多変数系では、一般に、1つの操作量変化が多くの出力の変化をひき起こす。これは系内部に相互干渉の存在することに起因する。多変数系では、系の状態変数の個数が一般に多いことから解析が極めて困難である。このような多変数系に対する制御装置を、入力と出力が1対1対応するように設計することができるならば、制御系の応答の解析も容易となり、また制御系の運転も容易となる。このような制御方式を無干渉制御という。

さて、古典制御論においては、無干渉制御方式として入出力間の伝達関数行列を対角化して入出力間の1対1対応を実現する、いわゆる、対角行列化法がよく用いられた。しかし、この方法はラプラス変換の適用可能な線形固定系に対してのみ適用可能であり、かつ、コントローラの物理的実現可能性に対する厳密な扱いが困難である点に問題があった。このような問題点は、状態ベクトル微分方程式で多変数系の特性を記述し、制御システム論における種々の成果を応用することによって解決できる。線形固定系に対してはすでに研究されている。

さて、本論文は7章より成っており、第1章は序論である。残りの6章は3つの部分に大別できる。第1の部分は無干渉制御理論をより統一した形式で体系化することを目的としたものであり2、3、4章よりなっている。2章においては線形時変係数多変数系の無干渉制御を論じている。まず、invarianceは理論で用いられている変分的手法を利用して、多変数制御系が無干渉制御系であるための必要十分条件を求めている。つぎに状態量フィードバックで無干渉制御系を設計する問題を扱い、多変数系の対応定数なる概念を導入して、フィードバックで無干渉制御が実現できるための条件を求め、さらにフィードバック関数の一般的、かつ具体的な形をも与えている。以上の諸結果は線形固定系に対する従来の結果を完全に含んでいる。3章は同様の考察を非線形多変数系に関して行なったものである。この場合、一般の非線形多変数制御系に対する無干渉制御条件としては必要条件しか求められていないが、操作量を線形に含む非

線形多変数制御系に関しては、それが無干渉制御系であるための十分条件も求められている。またフィードバックで無干渉制御系を構成する問題は上述の操作量を線形に含む系に関して考察されており、線形系の場合と同様、対応定数を定義することによって、フィードバック関数の具体的かつ一般的形式を与えている。2章及び3章で示した無干渉を実現するフィードバック操作量には、いくつかの任意定数が含まれている。この定数の値は無干渉そのものには影響を及ぼさないが、安定性その他の制御性能には大きな影響を及ぼす。4章ではこの任意定数の値を2次評価規範損失を最小にするように決定することを提案し、具体的手法について述べている。

第2の部分は5章及び6章より成っている。ここでは上述のものとは全く異なる無干渉制御方式を提案している。すなわち、制御系はリレー要素と簡単な線形切換関数とで構成されており、無干渉制御はリレー制御系に特有なすべり状態を利用して実現される。無干渉制御条件は系のパラメータのみならず、初期状態にも依存する。詳細な考察を、5章では線形制御対象について、6章では非線形制御対象について行なっている。リレーによる無干渉制御は限定された形でしか実現できず、また制約条件に初期値を含むという欠点はあるが、他方、フィードバックによる通常は無干渉制御方式と比べ、きわめて簡単な制御装置で無干渉を実現できるのが大きな特長である。

第3の部分は7章である。フィードバック制御では状態変数の全てが検出されていることを前提とするが、多変数系では変数の個数が多いことからそれら全てが必ずしも検出可能とは限らない。この章では、直接に検出可能な出力から全ての状態量を推定する observer の問題について考察している。

論文審査の結果の要旨

1つの制御対象の複数個の物理量を制御しようとするとき、通常それらの制御量の間には干渉が生じる。制御装置を適当に設計することにより、その干渉を除去することが、多変数系の無干渉制御問題である。多変数系は取扱う系の次数が高いため、その解析は一般に複雑であり、系統的かつ実用的な解析・設計の手法は未だ確立されていない。著者は無干渉制御の観点から、多変数系に対するこれら手法の確立を試みたものである。本論文の主なる成果を述べるとつぎのようである。

(1) 本論文の前半では、多変数系を幾つかの独立な制御系に分離するよう制御装置を設計する方式の無干渉制御問題について考察し、従来知られていた不変線形系に対する結果を、時変線形系、非線形系についてまで拡張し従来の無干渉制御理論を大きく発展させた。著者は、状態ベクトル微分方程式を基礎に論じ、その系が無干渉制御系であるための条件を示し、さらに、制御対象が与えられたとき、その状態量のフィードバックにより無干渉制御を実現することができるか否かの判定について明快な結論を与え、またその設計方法をも示している。無干渉条件のみでは制御装置のパラメータの幾つかは任意となり、自由度が残るのであるが、著者はこの残された自由度を最適化に利用する手法について考察し、単に無干渉制御の観点にとどまらず、多変数系の設計問題に対する広い視野からの考察も行なっている。

(2) 本論文の後半部ではリレーを用いて無干渉を実現する独自の方式について考察している。リレーは微小偏差に対して大きな訂正動作を行なうのであるが、この特徴を巧妙に利用して、ある出力に対応する入力以外の他の入力の变化にはその出力は応答しないよう系を設計する手法を示している。この方法は

リレーを用いているため操作量の大きさに制限があり，入力が大きくなると無干渉が成立しなくなるが，これは前半部の手法と原理的に全く異なるものであることを示している。この方法では，制御装置は非常に簡単なものでよく，また非線形系に対して特殊な設計を必要とすることもなく，非常に実用的なものである。著者は，線形および非線形の対象について，リレーによる無干渉条件を厳密に議論し，この方式の適用範囲を明らかにするとともに，設計手法をも示した。

以上要するに本論文は多変数系の無干渉制御問題について理論的考察を行ない，実用的設計手法を確立したものであり，学術上，工業上寄与するところが少なくない。

よって，本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。